

003651983

WPI Acc No: 1983-11975K/198305

Related WPI Acc No: 1986-034960; 1989-106246; 1989-227174; 1990-312082;  
1992-056111

XRAM Acc No: C83-011752

XRPX Acc No: N83-022490

**Electro-optical device useful as bistable light valve - including helix  
forming chiral smectic C or H liq. crystals**

Patent Assignee: CLARK N A (CLAR-I)

Inventor: LAGERWALL S T

Number of Countries: 003 Number of Patents: 004

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week
<i>CME</i> <u>US 4367924</u>	A	19830111				198305 B
CH 647337	A	19850115				198509
JP 56107216	A	19810826	JP 81807	A	19810108	198822
JP 88022287	B	19880511				198822

Priority Applications (No Type Date): US 80110451 A 19800108; US 83511733 A  
19830707; US 8788482 A 19870819; US 88225464 A 19880728

Patent Details:

Patent No	Kind	Lan Pg	Main IPC	Filing Notes
US 4367924	A	11		

Abstract (Basic): US 4367924 A

An electro-optical device including a chiral smectic C and/or H liq. crystal (molecules in a bulk of the crystal forming helixes), two plates for contg. the crystal, and apparatus for applying an electric field to and processing light passing through the crystal is prepd. by aligning the crystal molecules adjacent to the plates parallel to them but free to move between at least 2 particular orientations and suppressing the formation of the helixes.

The use of decyloxy -benzylidene-p'-amino -2-methyl-butyl cinnamate or hexyloxy -benzylidene -p'-amino-2-chloro -propyl cinnamate as the liq. crystal; and plates having a glass or Sn oxide surface is claimed.

The crystal can be switched between two stable states by reversing the polarity of an externally applied field to make, e.g. a bistable light valve. The bistability obviates the need for an external memory to maintain an image. The device can be employed as a matrix-addressed video display.

Title Terms: ELECTRO; OPTICAL; DEVICE; USEFUL; BI; STABILISED; LIGHT; VALVE  
; HELIX; FORMING; CHIRAL; SMECTIC; LIQUID; CRYSTAL

Derwent Class: E14; L03; P81; U14

International Patent Class (Additional): C09K-019/22; G02F-001/13

File Segment: CPI; EPI; EngPI

Manual Codes (CPI/A-N): E10-B02A; E35-H; L03-D01D; L03-G05

Manual Codes (EPI/S-X): U14-K01A

Chemical Fragment Codes (M3):

\*01\* G013 G019 G100 H5 H541 H602 H682 H7 H721 H8 J0 J011 J2 J271 K0 L3  
L355 M1 M121 M134 M210 M215 M216 M220 M224 M231 M232 M233 M272 M281  
M282 M312 M313 M321 M331 M332 M342 M362 M372 M391 M414 M424 M510  
M520 M532 M540 M740 M781 M903 Q334 R023 R032

## ⑫ 公開特許公報 (A)

昭56-107216

⑪ Int. Cl.<sup>3</sup> 識別記号 庁内整理番号  
 G 02 F 1/137 1 0 1 7348-2H  
 1/133 1 0 3 7348-2H

⑬ 公開 昭和56年(1981)8月26日

発明の数 6  
 審査請求 未請求

(全 11 頁)

## ⑭ 液晶電気光学装置およびその製造方法

⑯ 特 願 昭56-807  
 ⑰ 出 願 昭56(1981)1月8日  
 優先権主張 ⑱ 1980年1月8日 ⑲ 米国(US)  
 ⑳ 110451  
 ㉑ 発 明 者 ノーエル・エー・クラーク  
 アメリカ合衆国コロラド州ボウ  
 ルダー・キツトレル・コート31  
 06  
 ㉒ 発 明 者 スベン・テー・ラゲルバル

スウェーデン国ゴテボルグ・ス  
 ナツクベージェン30  
 ㉓ 出 願 ノーエル・エー・クラーク  
 アメリカ合衆国コロラド州ボウ  
 ルダー・キツトレル・コート31  
 06  
 ㉔ 出 願 人 スベン・テー・ラゲルバル  
 スウェーデン国ゴテボルグ・ス  
 ナツクベージェン30  
 ㉕ 代 理 人 弁理士 鈴江武彦 外2名

明 細 書

## 1. 発明の名称

液晶電気光学装置およびその製造方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) それぞれが長軸を有する複数の分子からなる層を隣接して複数有する所定量のカイラルおよび少なくともスメクティックCおよびスメクティックHのいずれかの液晶と；前記層と互向かつ隣接して設けられた第1および第2の手段と、なお前記第1および第2の手段はこれ等手段近傍の前記分子の長軸をこれ等手段と平行に配向し、前記液晶の層内の前記分子は前記層と直角な軸を有するらせんを形成し、前記第1および第2の手段の間の距離は、前記らせんが与えられる距離よりも短く、前記第1および第2の手段は前記長軸に第1および第2の反対配向のうちいずれか1つをとらせる；前記層の少なくとも一部に電界を印加する手段と、なお前記電界は前記層に平行でかつ前記第1と第2の手段に対して直角であり、前記手段は前記電界の方

向を反転させ、前記電界の強さは、前に印加された前記電界の方向と反対の方向へ前記電界を印加したとき前記第1の配向から前記第2の配向へ前記層の前記一部にある長軸の分子を移動させるに十分な強さである；前記第1の配向を有する前記液晶の一部を透過する光が前記第2の配向を有する液晶の一部を透過する光と区別されるように前記液晶を透過する光を処理する手段；とからなることを特徴とする液晶電気光学装置。

(2) それぞれが長軸を有する複数の分子からなる層を隣接して複数有する所定量のカイラルおよび少なくともスメクティックCおよびスメクティックHのいずれかの液晶と；前記層と互向かつ近傍に設けられた第1および第2の手段と、なお前記第1および第2の手段はこれ等手段近傍の分子の前記長軸をこれ等手段に対して平行に配向し、前記液晶の前記層内の前記分子は前記層に対して直角な軸を有するらせんを形成し、前記第1および第2の手段間の距離は前記らせ

が形成する距離より短く、前記第1および第2の手段は前記長軸を第1および第2の安定配向のいずれか一方をとるようにする；前記層の複数部分のいずれかに電界を過渡的に印加する手段と、なお前記電界は前記層に平行でかつ前記第1および第2の手段と直角であり、前記手段は前記電界の方向を反転し、前記電界の強さは前に印加された前記電界の方向と反対の方向の電界を印加した時、前記複数部のいずれかの分子を第1の配向から第2の配向へ変えるに十分な大きさである；前記第1の配向を有する前記液晶の部分を通過する光が前記第2の配向を有する前記液晶の部分を通過する光から区別されるように前記液晶を通過する光を処理する手段とからなることを特徴とする液晶電気光学装置。

(3) 前記液晶は decyloxybenzylidenep'-amino 2-methyl butyl cinnamate および hexyloxybenzylidenep'-amino 2-chloropropyl cinnamate よりなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

方向に光を透過する手段を有し前記第2のプレートは前記第1の方向に直交な方向に光を偏光する手段とを有する、前記第1および第2のプレートと導接してそれぞれ設けられた第1および第2の電極と、前記第1および第2の電極間に電圧を印加する手段とからなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(4) 前記ラセンは、ピッチを有し第1および第2の手段の間の距離は前記ピッチの5倍以下であることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(5) それぞれが長軸を有する複数の分子からなる層を導接して複数有する所定値のカイラおよび少なくともスメクティックCおよびスメクティックHのいずれかの液晶と；前記層に直角に設けられた第1および第2のプレートと、なお前記第1および第2のプレートは前記液晶と導接して設けられ、配向手段の近傍の前記分子の

字装置。

(4) 前記第1および第2の手段は、前記液晶と導接した少なくともガラスおよび酸化スズの表面のいずれかを有するプレートよりなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の液晶電気光学装置。

(5) 前記印加装置は、前記第1および第2の手段にそれぞれ導接して設けられた第1および第2の電極と、前記第1および第2の電極間に電圧を印加する手段とからなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)項または第(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(6) 前記液晶は、前記第1の配向中は第1の方向に、前記第2の配向中は第2の方向に少なくとも第1の光軸を有し；前記第1および第2の手段、前記印加手段、および前記処理手段は、前記表面手段近傍の分子の前記長軸を前記表面手段と平行に配向する前記液晶と導接して設けられた表面手段を有する第1および第2のプレートと、なお前記第1のプレートは前記第1の

長軸を前記プレートと平行に配向する前記配向手段を有し、前記液晶の前記層の分子は前記層に直交な軸を有するラセンを形成し、前記第1および第2の間の距離は前記ラセンが形成する距離より短い；前記第1および第2のプレートと平行に前記液晶の片側に配向された第1の電極と；前記第1および第2のプレートと平行にかつ前記第1の電極と同向して前記液晶の片側に配向された第2の電極と；前記第1および第2の電極間に電圧を印加し前記層と平行な電圧を生成しかつ前記電圧の強度を反転する手段と、なお前記電圧は、前に印加された前記電界方向と反対の方向へ前記電界を印加した時、前記電極間の前記層の一部にある分子の長軸が第1の配向から第2の配向まで変化するのに十分な前記電界の強さを与えるものである；前記第1の配向を有した前記液晶の部分を通過した光が前記第2の配向を有した前記液晶の部分を通過した光と区別されるように前記液晶を透過する光を処理する手段とからなることを特徴とする

る液晶電気光学装置。

(9) それぞれが長軸を有する複数の分子からなる層を隣接して複数有する所定量のカイラルおよび少なくともスメクティックCおよびスメクティックHのいずれかの液晶と；前記層と直角に設けられた第1および第2のプレートと、なお、前記第1および第2のプレートは前記液晶と隣接して設けられ、前記配向手段近傍の前記分子の長軸を前記プレートと平行に配向し、前記液晶の層の分子は前記層に直角な軸を有するらせんを形成し、前記第1および第2のプレート間の距離は前記らせんが形成するものより短い；前記液晶の片側に前記第1および第2のプレートと平行に設けられた複数の第1の電極と；前記液晶の他方の片側に前記第1および第2のプレートと平行かつ前記第1の電極と交差するように設けられた複数の第2の電極と；前記液晶の複数部分のいずれかの中に、前記層と平行かつ前記プレートに直角に電界を形成するために前記第1の電極のいずれかと前記第2の電極の

とを交え、前記第1と第2の交差手段は前記液晶の両側に配置されていることを特徴とする特許請求の範囲第(1)、(2)、(3)または(4)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(10) 前記配向手段は所定の方向へ伸びた複数の第1の電極と、この方向と直角の方向へ伸びた複数の第2の電極と、なお前記第1の電極は前記第2の電極と対向して前記液晶の片側に設けられている；前記第1の電極のいずれかと前記第2の電極のいずれかとの間を選択的に電圧を印加し、前記液晶の複数部分のいずれかに選択的に電界を印加する手段とからなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)または(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(11) 前記らせんはピッチを有し、前記第1および第2のプレート間の距離は前記ピッチの1/3以下であることを特徴とする特許請求の範囲第(1)または(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(12) 前記液晶は decyloxybenzylidene p-

いずれかとの間に選択的に電圧を印加し、かつ前記電圧の極性を反転する手段と、なお前記電界は前に印加された前記電界の方向と反対の方向へ前記電界を印加したとき、前記複数部分のいずれかの部分の分子の長軸が第1の配向から第2の配向へ変わるに十分な前記電界の強さが得られる大きさを有する；第1の配向を有する前記液晶の部分を通過する光を第2の配向を有する前記液晶の部分を通過する光から区別するように前記液晶を通過する光を処理する手段とからなることを特徴とする液晶電気光学装置。

(13) 前記配向は前記電界がなくなった後でも持続することを特徴とする特許請求の範囲第(1)、(2)、(3)または(4)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(14) 前記液晶は、前記第1の配向中は第1の方向に、前記第2の配向中は第2の方向に少なくとも第1の光軸を有し、前記処理手段は前記第1の方向に光を発生する第1の手段と前記第1の方向と直交方向に光を発生する第2の手段

amino 2methyl butyl cinnamate および hexyloxybenzylidene p-amino 2chloropropyl cinnamate よりなるグループのいずれかであることを特徴とする特許請求の範囲第(1)または(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(15) 前記第1および第2の手段は、前記液晶と隣接した少なくともガラス表面および酸化スズの表面のいずれかを有するプレートよりなることを特徴とする特許請求の範囲第(1)または(2)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(16) 前記配向手段は、前記第1の配向と平行に伸びた第1の電極と前記第2の配向と平行に伸びた第2の電極とを有することを特徴とする特許請求の範囲第(1)、(2)、(3)または(4)項のいずれかに記載の液晶電気光学装置。

(17) カイラルおよび少なくともスメクティックCおよびスメクティックHのいずれかの液晶と、らせんを形成する所定量の液晶中の分子と、前記液晶を有する第1および第2の手段と、少なくとも前記電界の一方に電界を印加する手段と、

前記液晶を透過する光を処理する手段とを有する液晶光字装置を製造する方法において：前記第1および第2の手段の近傍の前記液晶の分子を前記第1および第2の手段と平行に配向するステップと；前記らせんの形成を抑制するステップとからなることを特徴とする液晶電気光装置の製造方法。

13 カイラルおよび少なくともスメクティックCまたはスメクティックHのいずれかの液晶と、らせんを形成する所定量の液晶中の分子と、前記液晶を有する第1および第2の手段と、少なくとも前記液晶の一部に電界を印加する手段と、前記液晶を透過する光を処理する手段とからなる液晶光字装置を製造する方法において：前記らせんが形成する距離よりも小さな距離へ前記第1の手段を配置するステップと；前記液晶を少なくとも奇方位およびネマティック相のいずれかからスメクティックA相に1度回転するステップと；前記第1および第2の手段近傍の前記液晶の分子を前記第1および第2の手段と平行に

くとも第1の光軸を有し；前記第1および第2の手段、前記印加手段、前記処理手段は、液晶手段に導接した分子の長軸を前記表面手段と平行に配列する前記液晶と導接した前記表面手段を有する第1および第2のプレートと、なお前記第1のプレートは第3の方向へ光を偏光する手段を有し、前記第2のプレートは第4の方向に光を偏光する手段を有し、前記第3および第4の方向は、前記光軸の再配向の変化の時、前記偏光手段に伝達された光中に複色光が誘起されるようにする、前記第1および第2のプレートと導接してそれぞれ配置された第1および第2の電極と、前記第1および第2の電極間に電圧を印加する手段とからなることを特徴とする特許請求の範囲第10項または第2項のいずれかに記載の液晶電気光字装置。

14 前記液晶は、前記第1の配向中は第1の方向に、前記第2の配向中は第2の方向に、少なくとも第1の光軸を有し；前記処理するた

配向するステップと；前記第1の手段ステップに前記液晶を配向し前記第1および第2の手段に直交する光軸中に前記スメクティックA液晶を形成するステップと；前記液晶と前記スメクティックA相から少なくともスメクティックCおよびスメクティックH相のいずれかの相に2度回転するステップとからなることを特徴とする液晶電気光字装置の製造方法。

15 前記1度回転ステップはネマティック相から始まり、前記配向ステップは前記第1および第2の手段と平行に電界を印加するステップとからなることを特徴とする特許請求の範囲第10項記載の液晶電気光字装置の製造方法。

16 前記配向ステップは前記第2の手段に平行にかつこの手段と関連して前記第1の手段をゆるやかに移動させるステップとからなることを特徴とする特許請求の範囲第10項記載の液晶電気光字装置の製造方法。

20 前記液晶は、前記第1の配向中は第1の方向に、前記第2の配向中は第2の方向に少な

くとも第4の方向に光を偏光する第2の手段とからなり、前記第3および第4の方向は、前記光軸の再配向の変化の時、前記偏光手段に伝達された光中に複色光を誘起させ、前記第1および第2の偏光手段は前記液晶の両側に配置されることを特徴とする特許請求の範囲第11、12、13または14項のいずれかに記載の液晶電気光字装置。

### 3. 発明の詳細な説明

本発明は液晶電気光字装置に関し、特に印加電圧と分子配向との強い結合により迅速に偏光に転換する液晶電気光字装置に関する。

液晶は種々の電気光字装置に用いられている。特に、時計および計算機に用いられる表示装置のような、小さくてかつエネルギー消費の低い電光表示器、voltage-controlled light valve、が必要とされる装置に用いられている。これ等の装置は、ネマティック(nematic)、コレステリック(cholesteric)、およびスメクティック(smectic)配向における液晶の配列の差

(dielectric alignment effect) を利用している。上記各相において、誘電体の異方性(anisotropy)により、平均分子長軸は印加電界中で好ましい方向をとる。このような方法による印加電界との結合はかなり強いので、多数の電圧的応用例に備えて上記装置の電気的応答時間は極めて短いものとなる。

液晶装置(Liquid crystal device(LCD))は低電圧および低電力動作などの多数の独特の特性を有している。それ等の特性によって、液晶装置は非放射型電気表示装置として最も有利と見做されている。LCDは応答が遅くかつ不十分な非線型性を有し、これ等がLCD使用上の大きな制約となっている。装置において指定される分子の数が増加するにつれて、速度が遅いということになります。また、これ等の制約によって、コンピュータ端末器、オシロスコープ、レーザ、およびテレビスクリーンに採用いられる平面パネル表示装置の製造費が高騰できないほど大きくなる。

電気双極子があることによって、印加電界 $\vec{E}$ と分子配向との間に強い結合が生じる。この結合は誘電体の異方性により得られるものより強い。さらに、上記結合は電圧的なものであり、好ましい配向の $\vec{P}$ は $\vec{E}$ と平行である。その結果、印加電圧の強さを反転させることによって好ましい配向 $\vec{P}$ を反転させることができるので、電界の反転を分子配向の制御に効果的に用いることができる。

誘電体スメクティック液晶の以下に述べる2つの特性により、それ等が有する固有の長所を利用した方法の探求が助けられている。第1のものは、誘電体スメクティックにおいて、分極は第1図に示したように各層面に対して平行でなければならぬが、その点に拘束されては制約を受けない。その結果、結晶誘電体とは異なり、誘電体スメクティック液晶は好ましい配向を必要とするが、同時に一様な配向 $\vec{P}$ を有するドメイン(domain)を形成することとはな

第1図は、カイラルスメクティック(chiral smectic) CまたはH液晶の概略図である。液晶100は分子の層102からなる。各層102内の長軸の平均配向に単位ベクトル $\hat{a}$ が付されている。上記平均配向 $\hat{a}$ は層の垂線に対して $\theta$ の角をなして傾いている。Le Journal de Physiqueの第36巻(1975年3月、L-69頁からL-71頁)の“強誘電体液晶”という題の論文の中で、Meyerおよびその他が、光学的に活性のある分子(カイラルスメクティックCまたはH液晶)からなるスメクティックCまたはH液晶は一般的に電気双極子密度 $\vec{P}$ を有する強誘電体であろうと述べている。そうして、上記電気双極子密度 $\vec{P}$ は分子の短軸方向 $\hat{b}$ に対して垂直であり、スメクティック層の面に平行である。上記した説明は、スメクティックH相にも適用できる。上記スメクティックH相は、構造がスメクティックCと似ているが各層に垂直な軸のまわりの $\hat{a}$ の再配向に対して高い活性を示す。これ等のカイラルスメクティック内に電

気配向は結晶格子によってなされる。

第2のものは、分子のカイラリティ(chirality)によるものであり、ある谷積を有した強誘電体スメクティックCまたはH液晶において、単位ベクトル $\hat{a}$ と分極 $\vec{P}$ とが各層に垂直な軸のまわりに、第1図に示したように層から層までのサンプルを介してねじれる。このねじれによってマクロスコピックな双極子モーメントは相殺される。このねじれば、結晶強誘電体においてドメインを形成することによって分極のマクロスコピックな相殺がなされることに対応している。

したがって、第1図において、各層102のコーン(cone)104は、層内において分子がとりうる配向の軌跡を示す。上記コーンは縦軸に対して円錐 $\theta$ をなす。単位ベクトル $\hat{a}$ 106~108は、各層内の分子の長軸の平均配向を示す。図から明らかなように、図示された面上へのベクトル106の投影図は層102の面にに対して垂直の線である。各層を下へ移動するに

したがって、単位ベクトルは方向位角 $\theta$ ねじれる。第1図において、この方位角 $\theta$ はベクトル106と112との間で $\theta = 90^\circ$ となっている。上記単位ベクトルはベクトル112と124との間で $180^\circ$ ねじれる。最後に、単位ベクトルはベクトル124と130との間で、さらに $90^\circ$ ねじれる。その結果、ベクトル106から130までの総ねじれは $360^\circ$ となる。したがって、単位ベクトル106に関する層内の分子の平均単位ベクトル $\vec{u}$ は単位ベクトル130に関する層内の分子の平均単位ベクトル $\vec{v}$ と平行である。単位ベクトル106を有する層と単位ベクトル130を有する層との間の距離は、層に対して直角方向に分子によって形成されるらせん(helix)のピッチと称される。各層において、強誘電体分離 $\vec{P}$ は $\vec{u}$ と直角で、かつ層面内にある。

カイラルネマティックに見られると同様の印加電界によるねじれの歪みおよび非ねじれについて公開されている。これについては、次の文

これについては、Ann.Phys.3巻2-J-4号(1978年237頁~247頁)に記載された"Defauts dans les Smectiques C Chiraux"を参照のこと。

電気光学効果を有する強誘電体液晶の長所は認められているけれど、そのような効果は示されていない。これについてはMol.Cryst. Liq.Cryst., 40巻(1977年33頁~48頁、特に36, 38~40, 47頁)に記載されたMeyerによる"強誘電体液晶の考察"を参照のこと。これに反し、種々の国のいくつかの研究グループが、1975年から電界に対する強誘電体液晶の応答を研究しているけれども、すでに存在する液晶の液晶の特性と比較して非常に速い応答を有するものはまだ発見されていない。したがって、強誘電体液晶で得られる印加電圧と分子配向との強い結合を効果的に利用し、高速、無機械的感度電気光学装置を形成する方法が強く望まれていた。

本発明は、印加電界と分子配向との強い結合

を参照のこと。Meyerおよびその他の前に述べた文献、Le Journal de Physique Colloq., 37巻(1976年、C3-129頁~C3-132頁)に記載されたMartinot-Lagardeによる"カイラルスメクティックC液晶中における強誘電体モノドメイン(Ferroelectrical Monodomains)の観察"、Le Journal de Physique, 38巻(1977年1月、L-17頁~L-19頁)に記載されたMartinot-Lagardeによる"強誘電体カイラルスメクティックC液晶の原始分極(Primitive Polarization)の直接電気的測定"およびJapanese Journal of Applied Physics, 17巻7号(1978年7月、1219頁~1224頁)に記載されたTakezoeその他による"DOBAMBCにおいて電界によって生じたSm A相での複屈折およびSm C相でのらせん構造の消失"。カイラルスメクティックC液晶において境界条件によるらせんの圧縮もまた観察されている。上記境界条件では、境界近傍の分子は表面に平行かつ特定の方向を向くことが必要である。

を迅速に遷移に反応する装置に効果的に用いた強誘電体液晶電気光学装置である。本発明において、カイラルスメクティックCまたはH液晶材料は平面プレートの間で配向されている。上記プレートは分子の配向をこのプレートに平行なようにするが、表面と平行な面に対しては不特定の方向をとるように形成されている。プレート間の距離はらせんのねじれがほぐれるのに十分な間隔となっている。本発明者は、この構造を採用することによって、液晶配向界(Liquid crystal orientation field)が2つの安定状態を有することを発見した。上記液晶は、外部印加電界の電圧を反転させることによって、上記2つの状態を切換えることができるので、2安定光弁(bistable light valve)またはその他の電気光学装置として用いることができる。

本発明が光弁として用いられた場合は、境界プレートは透明材料で形成され、電気的に導電性を有した層で覆われる。この導電性の層によ

って、電界は上記液晶に印加される。分子の配向は上記電界の極性の反転に応じて変化し、上記2つの状態のうちいずれか一方を選択する。2つの状態は異なった配向の光軸を有し、分極子-液晶-分極子構造(polarizer-liquid crystal-polarizer assembly)を通過する光の強度を変えるために、少なくとも1光軸の再配向が行なわれる。本発明に関する電気光学装置は以下の特徴を有する。1) 高速度。電気光学的応答はスモクティックCに因して、液晶を使用している従来の電気光学装置と比較して、1000～10000倍も速い。2) 2安定性。電気光学的応答は2つの安定状態によって特徴づけられる。一方の安定状態は適当な電界により選択され、他方の安定状態は電界がない時安定である。3) スレッシュホールド動作。スイッチング応答のない状態から完全なスイッチング応答までの変化は、印加電圧の振幅と持続時間との強めて強い範囲で起こる。4) 大きな電気光学的応答。電界によって誘起された光学的変化は、0.2より

ラフィックまたはピクトリアル(pictorial)表示装置を必要とする状況において有利である。上記装置が2安定性を有することによって、イメージを保持するための外部の電子的または磁気的記憶装置が不用となる。本発明はマトリックスアドレスビデオ表示装置(matrix-addressed video display)に効果的に用いることができるであろう。各要素の応答は、フレームの変化が要求された速度で行われるように充分速く、かつそのスレッシュホールドの強度は、特定の要求を変化させるために印加されるパルスによって同じ行または列にある他の要素を変化させないレベルに設定されている。また、電気光学効果に基づく光学的変化は使用する際に便利にように大きい。これに反し、強めて高い電圧で動作する2安定液晶誘導電体の場合は、光学的異方性はたいへん小さく、光制御効果は、表示装置に利用するためには小さすぎる視角範囲でのみ用いられる。

本発明は電界効果で動作する。すなわち、極

大きな屈折インデックスおよび異方性 $n_0$ を有する単一軸材料における $2.0^\circ$ から $6.0^\circ$ までの回転に対応する。この応答は、他の2安定電気光学装置において得られる応答より10～100倍も大きい。5) 内蔵グレースケール。スイッチング範囲で非直線性を示すので、複数のレベルの記憶容量を得るために、パルス振幅およびパルス幅変調を使用できる。6) カラー制御。2つの分極子のサンプル複屈折および配向を制御することによって色効果が得られる。伝送または反射モード動作における2つの色のいずれかが2つの分極子間に上記したように配置された単一スモクティックCサンプルによって得ることができる。2つの分極子の間に設けられた2つのスモクティックCサンプルからなる構造の場合、4色を伝送または反射させる光井が得られる。

本発明は、現在の技術ではまだ実現できない個々の装置に適用できるであろう。本発明の2安定特性は、多数の電気光学装置、たとえばグ

めて高いインピーダンスとこれに反比例した小さな電流によって動作する。このことは、多数の応用において必要とされる低消費電力を満足する。したがって、マイクロ秒のスイッチング速度、十分な固有非直線性、および低電力消費によって、本発明は大型マトリックスアドレスおよびマルチグレースケール装置への応用へ適している。したがって、特に液晶に関連したビデオ領域および光通信領域においては新しい分野を開く。

図2図は、本発明に係る電気光学装置の構成を説明的に示した断面図である。液晶100は二様な間隙を有して設けられた半らまたはほぼ半らなプレート132および134の間に配置されている。図102の面はプレート132および134と直角に形成される。各層内で、細の配向を示すベクトル $n$ は図102の法線に対して角度 $\theta$ をなす。

液晶100と隣接しているプレート132および134の表面は、上記表面と平行でかつ上



配表面と同一平面内において方向が一定しない分子長軸の平均配向を有する表面で液晶分子配向が好ましい方向を向くように形成されている。この配向を得るための方法が種々知られている。使用される特別の表面処理は、使用されるスメクティックCまたはH化合物によって異なる。たとえば、decyloxybenzylidene p'-amino 2methyl butyl cinnamate (DOBAMBC) および hexyloxybenzylidene p'-amino 2chloropropyl cinnamate (HOBACPC) の化合物の場合、無垢のガラス (clean glass) または無垢の酸化スズ (clean tin oxide) 膜によってこの配向が誘起される。また、n-methyl-3-aminopropyltrimethoxysilane (MAP) などの適当なポリマーの膜を形成することによっても、この配向が誘起されることが知られている。これについては、Proceedings of the IEEE 61巻(1973年2月1頁〜8頁)に記載されたKahn およびその他の論文を参照のこと。

上記したように、面102はプレート132

分大きな境界を印加すると、上記境界に沿って平均分子配向を有したネマティックモノドメイン(monodomain)が得られる。スメクティックA相に冷却する際、スメクティックAモノドメインが形成される。上記モノドメインは境界の方向に対して面内の平らな層を有する。

スメクティックA温度範囲の高温度側近傍のスメクティックA相において、液晶にせん断力印加することによってもスメクティックAモノドメインが得られる。この場合、1つの境界プレートが、ホメオトロピック配向(homeotropic alignment)が誘起されないように、他プレートに対して少くくりと移動する。弾性力を最小にするため、面は再配向し、プレートの運動方向と平行になる。この方法は、ネマティック相を有さない材料または液体に対して特に有用である。

スメクティックAサンプルが、プレート132および134に対して直角かつ平らな面102で一様配向されると、スメクティックCまたは

および134に対して直角かほぼ直角でなければならない。これは、高温側でスメクティックA相を有する材料で容易に得ることができる。この場合、スメクティックA液晶は、化合物によって異なるが等方性またはネマティック相から冷却することによって得られる。上記境界プレートに対して直角で部分的に円筒状に曲った層を有するファン組織が、上述した境界状態でスメクティックA相を形成することによって得られる。スメクティックCまたはH相まで冷却する場合、主に面の法線に対して生じる弾性力により、上記した層の構造はほとんど変化しない。

たとえば、元開などの多くの応用装置において、面102が平らでかつプレート132および134に対して平行な方向に対して一様に垂直になるように配向されることが必要である。これは種々の方法で実現できる。ネマティック相からスメクティックAが形成される場合、プレート132および134と平行な方向を有する元

H相へ冷却することによって、第2図に示された構造が得られる。第1図に示したように、同じサンプルに関して、単位ベクトル $\hat{n}$ 106〜130および双極子 $\vec{P}$ は面に対して直角な方向のまわりにねじれる。その結果分子の元字的連性が生じる。しかし、このらせんは上記液晶を均して形成されることはないので、上記液晶の表面で単位132および134に平行な分子を有する境界条件をまだ満足する。単位132および134間の距離がらせんのピッチに近接するように、液晶が薄くなるにつれて、捻度は減り、らせんのらせんを巻き戻すのに要するエネルギーがより少なくなる。その結果、十分に薄いサンプルの場合、境界条件は満たされ、らせんは解かされる。ヘリックスの解離は、らせんピッチの5倍のオーダーより小さい距離だけプレートが曲げられている時に観察される。

このらせん解離によって、第2図に示した分子配向136または同様に安定な分子配向138が得られる。図示したように、配向138は上

方を向いた電気双極子 $\vec{P}$ を有し、配向136は下方を向いた電気双極子 $\vec{P}$ を有する。上記サンプルに電界を印加することによっていずれかの配向を選択でき、これにより分極双極子 $\vec{P}$ と平行な電界が形成される。サンプル内の配向は図144で図示されたドメイン壁によって分離されている。上記ドメイン壁の構造および高は、スメクティック傾斜角、層圧縮エネルギー、さらに重要な表面エネルギーおよびディレクター折り曲げおよびねじれ弾性エネルギー(director bend and twist elastic energies)を要するのに必要なエネルギーによって決定される。1.5  $\mu\text{m}$ の厚さのDOBAMBCおよびHOBACPCサンプルにおいて、上記ドメイン壁は1  $\mu\text{m}$ 以下の厚さである。電界をかけると、上記ドメイン壁の範囲内で分子の配向が変わり、好ましい配向を拡大する。

ドメイン壁は層構造中の欠陥、表面の傷および穴、各層中および表面上の分子状不純物と相互作用を起こす。これ等の相互作用は、印加電界によって特定の場所へ一旦移動させられたド

メイン壁は、配向の変化が上記パルスが与える間に終了するように十分な持続時間を有しなければならない。この持続時間は、より速いドメイン壁の運動およびより多数のドメイン壁を得るために印加電界を増加するにつれて減少する。

滑らかな酸化スズで覆われたプレートで形成されたT=28°Cで1.5  $\mu\text{m}$ の厚さのHOBACPCにおいて、持続時間 $\tau=5 \mu\text{s}$ および振幅 $A=10 \text{ V}$ の矩形電圧パルスは約5  $\mu\text{s}$ で液晶配向電界をオン・オフする。 $\tau$ または $A$ が減少するにつれて、10 V、1  $\mu\text{s}$ または8 V、5  $\mu\text{s}$ のパルスによってオン・オフできないレベルにスイッチングスレッショールドは接近する。上記サンプルは、逆選択性スレッショールドパルスが印加されるまで、オンまたはオフの状態に留まる。上記したHOBACPCサンプルにおいて、 $A=0.2 \text{ V}$ 、 $\tau=4 \mu\text{s}$ から $A=55 \text{ V}$ 、 $\tau=500 \text{ ns}$ の範囲のパルスによってスイッチングされるのが観察された。パルスが短くかつ振幅の割合は、再配向応答時間は1  $\mu\text{s}$ 以下にはな

らなかつた。メイン壁の位置を保持する効果を有する。その結果、上記領域はヒステリシス特性を示し、これがスレッショールド動作および2安定性の基になる。たとえば配向138を選択するために印加される電界が短い時間印加された後、サンプルが配向138状態に留まるように上記ドメイン壁はすぐに安定に固定されるので、2安定性は得られる。同様に、配向136の反対の極性に関して同様のことが成り立つ。上記壁が形成されると、それ等を取り去るためには温度値より大きな印加電圧を要するので、スレッショールド動作が得られる。

スイッチング動作を目的として、電界を突然印加すると、液生成およびドメイン壁の運動が発生する。サンプルの特定領域が状態を変えるために必要な時間は、ドメイン壁の移動速度(the rate of domain wall displacement)および全サンプルを走査するために移動しなければならぬ距離によって決定される。一般的に、電界パルスにより2安定ラッチングを行う場合は、上記

らなかつた。

コントラスト比は表面処理の質、分子、分子の配向、パルスの幅さとともに大きく左右される。5  $\mu\text{s}$ 、10 Vパルスでかつ単純な表面処理の場合、実験用のサンプルにおいては20:1以上のコントラスト比が容易に得られた。

もっと複雑な表面処理を行うと、2安定性かより確実になる。たとえば、平行に並んだ方形のリッジ(ridge)(幅が数 $\mu\text{m}$ 、高さが数 $\mu\text{m}$ 、間隔が数 $\mu\text{m}$ )は、分子長軸が上記リッジと平行となるように単位ベクトル $\hat{n}$ を表面で効果的に配向することができる。好ましい実施例においては、平行なリッジと2セット用いるのがよい。上記セットは、配向136においては単位ベクトルは1セットのリッジに平行であり、配向138においては単位ベクトルは他のセットに平行であるように、たとえば角270°をなすように配向される。このようにして、2つの安定配向の間を移動する時見られるヒステリシスは正確に制御される。

第2図に關して上記したように、分子配向136は分子配向138と異なる。この差異が以下に述べるように、光制御機構の原理として用いられている。サンプル100は分極シートに配向される。上記好ましい実施例では、プレート132、134自ら分極する。最も単純な光井の実施例では、プレート132、134は、容易に分極する糖P<sub>1</sub>およびP<sub>2</sub>がたがいに向角となるように配向される。液晶100は2軸を有し、かつプレート132および134に平行な光軸を有する面を有する。上記液晶は、配向136のように、安定配向の1つにおいて、光軸の1つがプレート134の分極方向P<sub>2</sub>に対して平行となるように配向されている。配向136の液晶100の場合、プレート134を通過して結晶100に直角に入射する光は、分極状態を定化しないまま上述サンプルを横切る。そうして、直角の分極方向P<sub>1</sub>を有するプレート132によって消滅させられる。液晶100を配向138へ切換えると、液晶の光軸は側軸

サンプルが必要とされる。これは、電気光学効果が生じる入射角の範囲が大きくなるので好ましい特性である。

分極子-液晶-分極子という幾何的配向は、分極および液晶のより一般的な配向に利用される。第1の分極子に存在する光は、分極のしやすい方向に沿って消滅する。液晶中を通過するにつれて、この光は偏円状に偏化する。第2の分極子は、分極のしやすい軸に平行に置かれ偏円状に偏化した光の成分を選択する。

よく知られているように、可視光線に白色光が入射された場合、この光は複色光を呈する。そうして、この複色光は、サンプルおよび分極子の幾何的相関配向により選択される。

電界を発生させることのできる手段ならどんな手段を用いてもよい。必要なのは、液晶の両側に設けられる一対の電極である。後にヌメック膜がプレート132および134に用いられる場合は、電極は上記膜に形成され、プレート132および134内に形成された電圧によっ

して、プレート134の分極方向に対して約2°の角度を形成する。そうして、液晶100の複屈折により、光は一般に、液晶100を横切るにつれて、偏円状に偏化する。(分極子の位置は、P<sub>1</sub>が約45°の傾きをなければならぬ。しかし、現在知られている化台物は、15〜20°Cの温度範囲で10°〜30°の傾きのP<sub>1</sub>を有する。)次に、P<sub>1</sub>方向に沿って偏化する波長λの光が結晶100に直角に入射した場合、伝達される光密度のフラクション(fraction)Fは、次式で与えられる。

$$F = F_0 \{ \sin(4\theta_0) \cdot \sin(\pi \cdot J_0 \cdot d / \lambda) \}^2$$

ただし上式において、dはプレート間の距離、J<sub>0</sub>は第1の近接インテグレーション、F<sub>0</sub>は平行な分極子のみによって伝達されたフラクション。代表的なヌメックティックCまたはH化台物に關し、F<sub>0</sub>≒23%が与えられる。この場合、最適伝達(F=F<sub>0</sub>)にd≒1/2J<sub>0</sub>、たとえばJ<sub>0</sub>≒2の時d≒1.2 μmに關して得られる。したがって、良好な電気光学効果を得るには、極めて薄いサ

ンプレートが必要とされる。

第2図は、マトリックスアドレス電極が液晶として適用した実施例を示す。電極146は、一様な間隔を有しかつ平行にプレート132と接続される。電極146は上記したようにプレート134に設けられるが、電極148と異角方向に設けられる片が異なる。スイッチ150の端子152はそれぞれ、電極148に接続されている。同様に、スイッチ手戻154の端子はそれぞれ電極146に接続されている。スイッチ150の端子158およびスイッチ154の端子160は、電界の両端に接続されている。スイッチ150および154は電極148および電極146を介して電圧よりも電圧を選択する手段を有する。

したがって、電極146および電極148と液晶に並置に配向された液晶の一方の端は、それぞれ液晶100内において偏角を形成する。スイッチ手戻150および154は、所定の方向の偏角に偏化した電極を介して電圧を供給する

たのに制御される。このようにすることによつて、プレート132、134に垂直でかつ層102に対して平行な方形容積内で電界が形成される。上記方形容積内で、電界双極子Pは配向する傾向を示す。

スイッチ150、154は、また電極146、148を介して電圧の極性を反転する手段を有するので、任意の特定方形容積内で電界の方向が反転できる。電界の方向を反転することによつて、液晶100の特定方形容積内の分子の配向を変えることができる。この応用例において、電極146および148の位置によって決定される容積をオン・オフするためにより、選択された上記電極146および148に印加される電圧が用いられる場合は、選択されたスレッシュホールドの動作が基本である。

本発明の極めて少ない好ましい実施例の詳細をとれまで述べてきたが、本発明の多岐性から虎視することなく、同実施例から多くの変形例を当業者によって考案されるであろう。たとえ

ば、背面反射器は反射モードで動作する装置を形成するようにプレート134の後に配置してもよい。先は、プレート132、サンプル100、プレート134を透過したのち、反射器によって反射され上記面に戻る。

#### 4. 図面の電線を説明

第1図は複数のカイラルヌメックCまたはH液晶の略図、第2図は本発明に係る電気光学装置の略図分解図である。

100…液晶、102…層、104…コーン、106-130…単位ベクトル、132、134…プレート、136、138…分子配向、146、148…電極、150、154…スイッチ、158、160…端子。

出願人代理人 弁護士 鈴木 正 彦

